

HT32 系列 Flash 烧录

文件编码: AN0465S

概述

此手册描述了 HT32 系列单片机的 Flash 烧录方法，适用于 HT32 全部系列 Cortex-M0+或是 Cortex-M3 MCU。

内嵌 Flash 的 HT32 系列单片机可用几种方式烧录，即在线系统烧录 In-System Programming (ISP)、在线应用烧录 In-Application Programming (IAP) 或在线电路烧录 In-Circuit Programming (ICP)。

应用程序运行时，IAP 是一个很重要的 Flash 烧录方式。例如：固件升级，通过特殊的通信方式 (如 USB、USART、I²C Slave、SPI Slave 等)，使用 IAP 烧录方式，会将 Flash 主区块分为 IAP 及 AP 两个区块，由 IAP 区块来负责更新 AP 区块。IAP 区块的固件需通过 ICP 或 Writer 预先烧录到 Flash。

在更新 Flash 内存方面，ISP 和 IAP 相似，不同之处在于 ISP 是利用 Holtek 公司提供的启动加载程序 (Bootloader)来执行烧录，使用 USART 或 USB 与启动加载程序进行通讯。启动加载程序在 MCU 出厂前会预先烧录在 Flash 信息区块，用户无法变更启动加载程序的内容。

ICP 可用于下载整个 Flash 的资料。透过 Joint Test Action Group (JTAG) 和 Serial Wire Debug (SWD) 接口，可以对 Flash 主区块进行烧录，ICP 的特色在于不需要 MCU Flash 空间内的固件运作，使用整合开发环境 (IDE，例如 Keil MDK-ARM 或 IAR EWARM) 搭配 ICE，对空白 MCU 的烧录动作，就称为 ICP 类型的烧录方式，另外 Holtek e-Link32 Pro 支持脱机烧录，也称为 ICP 烧录。

Flash 接口分别由 Cortex-M0+/M3 内核的总线对指令和数据访问。其使用一个缓冲器以减少指令及数据提取的等待时间。Flash 操作包括烧录、页擦除和整体擦除操作，也可进行非法读取及写保护。

特性

- 每个页为 1K Bytes 或 512 Bytes (实际大小请参考各型号 User Manual FMC 章节)
- 通过缓冲器及较宽的读取接口减少存取等待时间
- 具有 Flash 烧录/页擦除/整体擦除的功能
- 防止非法读取保护
- 页擦除及烧录保护

Flash 内存结构

Flash 内存包含一个主区块和一个信息区块。主区块由多个页组成，每个页的大小为 1K Bytes 或 512 Bytes。详情请参考表 1 及表 2。

Flash 内存可以 32-bit (4 Bytes) 的宽度进行烧录，主要用于指令和数据储存。Flash 内存依据 Cortex-M 系列的内存配置，映射在于 HT32 系列的特定位置，由 0x00000000 开始。

主区块烧录操作由 Flash 内存控制器 Flash Memory Controller (FMC) 控制，FMC 管理烧录和

擦除流程。

信息区块是为启动加载程序保留的，启动加载程序用作 ISP，使用 USART 或 USB 重新烧录主区块。若特定 BOOT 脚位在上电或复位过程中被拉低，单片机会进入启动加载程序模式。

Flash 内存也可被保护以防止不合法的读/烧录/页擦除操作的发生，详情见 2.4 节。

当烧录或擦除操作正在执行时，读操作无法实现。请注意任何烧录或擦除操作执行前，内部高速 RC 振荡器 (HSI) 都必需在使能状态。

表 1 Flash 内存结构 (以 HT32F52352 为范例)

| 块类型 | 名称 | 地址 | 页保护位 | 大小 |
|------|----------|--|-------------|-----------|
| 主区块 | Page 0 | 0x0000_0000 ~ 0x0000_01FF | OB_PP [0] | 512 Bytes |
| | Page 1 | 0x0000_0200 ~ 0x0000_03FF | OB_PP [0] | 512 Bytes |
| | Page 2 | 0x0000_0400 ~ 0x0000_05FF | OB_PP [1] | 512 Bytes |
| | Page 3 | 0x0000_0600 ~ 0x0000_07FF | OB_PP [1] | 512 Bytes |
| | : | : | : | : |
| | : | : | : | : |
| | Page 252 | 0x0001_F800 ~ 0x0001_F9FF | OB_PP [126] | 512 Bytes |
| | Page 253 | 0x0001_FA00 ~ 0x0001_FBFF | OB_PP [126] | 512 Bytes |
| | Page 254 | 0x0001_FC00 ~ 0x0001_FDFD | OB_PP [127] | 512 Bytes |
| | 选项字节 | 实体: 0x0001_FE00 ~ 0x0001_FFFF 别名: 0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_01FF | OB_CP [1] | 512 Bytes |
| 信息区块 | 启动加载程序 | 0x1F00_0000 ~ 0x1FF0_0FFF | NA | 4 KB |

表 2 Flash 内存结构 (以 HT32F12366 为范例)

| 块类型 | 名称 | 地址 | 页保护位 | 大小 |
|------|----------|--|-------------|------|
| 主区块 | Page 0 | 0x0000_0000 ~ 0x0000_03FF | OB_PP [0] | 1 KB |
| | Page 1 | 0x0000_0400 ~ 0x0000_07FF | OB_PP [0] | 1 KB |
| | Page 2 | 0x0000_0800 ~ 0x0000_0BFF | OB_PP [1] | 1 KB |
| | Page 3 | 0x0000_0C00 ~ 0x0000_0FFF | OB_PP [1] | 1 KB |
| | : | : | : | : |
| | : | : | : | : |
| | Page 252 | 0x0003_F000 ~ 0x0003_F3FF | OB_PP [126] | 1 KB |
| | Page 253 | 0x0003_F400 ~ 0x0003_F7FF | OB_PP [126] | 1 KB |
| | Page 254 | 0x0003_F800 ~ 0x0003_FBFF | OB_PP [127] | 1 KB |
| | 选项字节 | 实体: 0x0003_FC00 ~ 0x0003_FFFF 别名: 0x1FF0_0000 ~ 0x1FF0_03FF | OB_CP [1] | 1 KB |
| 信息区块 | 启动加载程序 | 0x1F00_0000 ~ 0x1FF0_1FFF | NA | 8 KB |

HT32 系列内嵌 Flash 操作

读操作

内嵌的 Flash 内存和通用内存一样都可进行直接寻址。访问接口从 Flash 内存中读取，并且将指令/数据记忆到缓冲器中。若缓冲器控制寄存器中的使能位 PFBE 被复位，缓冲器可被关闭。默认情况下，缓冲器是开启的。

烧录/擦除操作

Flash 内存控制器 (FMC) 为 Flash 内存提供烧录和擦除的功能。

Flash 烧录

FMC 提供 32-bit 烧录功能，用于写入 Flash 内存。Flash 烧录步骤如下：

1. 检查 OPCR 寄存器，确定没有正在运行的 Flash 记忆体操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否则需等到先前的操作完成才可继续进行。
2. 写入地址到 TADR 寄存器。
3. 写入数据到 WRDR 寄存器。
4. 写入烧录命令到 OCMR 寄存器 (CMD[3:0]=0x4)。
5. 通过设定 OPCR 寄存器 (设定 OPM[3:0]=0xA) 来提交烧录命令到 FMC。
6. 通过检查 OPCR 寄存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
7. 如有需要，读取并查验 Flash 内存的值 (通过访问 Cortex-M0+/M3 内核的总线)。

注意：Flash 必须在擦除后才能执行烧录的动作。对已经写保护页面的写入动作将被忽略。若设置 OIER 寄存器的 OREIEN 位为 1，要求写入写保护页面时，Flash 操作错误中断将被触发。检查 OISR 寄存器中的 PPEF 位，检测这个条件是否发生。

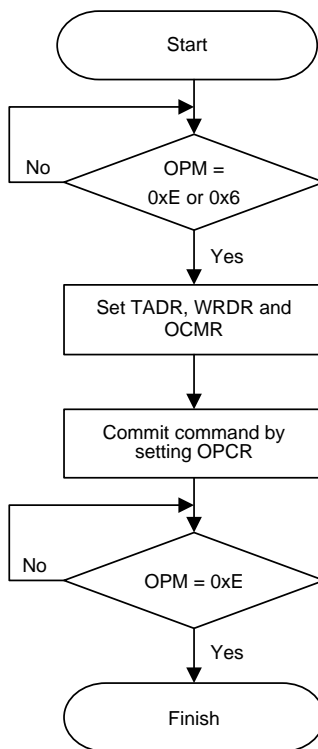


图 1 Flash 字节烧录操作流程

页擦除

FMC 提供页擦除功能，用于擦除特殊的 Flash 页面的内容。每个页面均可被单独擦除。页擦除步骤如下：

1. 检查 OPCR 寄存器，确定没有正在运行的 Flash 记忆体操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否则需等到先前的操作完成才可继续进行。
2. 写入地址到 TADR 寄存器。
3. 写入页擦除命令到 OCMR 寄存器 (CMD[3:0]=0x8)。
4. 通过设定 OPCR 寄存器 (设定 OPM[3:0]=0xA) 来提交页擦除命令到 FMC。
5. 通过检查 OPCR 寄存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
6. 如有需要，读取并查验 Flash 内存的值 (通过访问 Cortex-M0+/M3 内核的总线)。

必须确认擦除的目标页是否正确。若目标擦除页用于代码或数据，程序执行将会错误。除此之外，对已经写保护页面的擦除动作将被忽略。若设置 OIER 寄存器的 OREIEN 位为 1，要求擦除写保护页面时，Flash 操作错误中断将被触发。检查 OISR 寄存器中的 PPEF 位，检测这个条件是否发生。

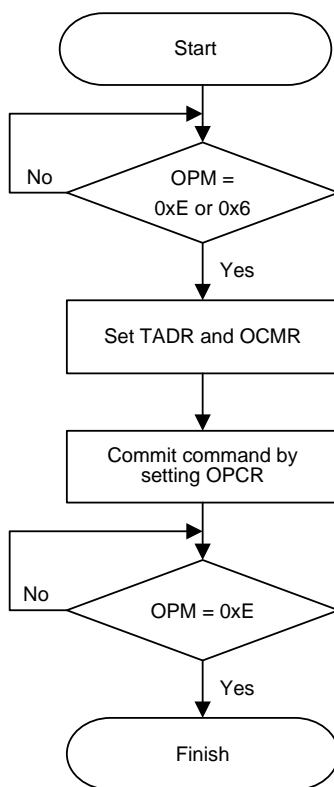


图 2 Flash 页擦除操作流程

整体擦除

FMC 提供一个整体擦除功能，用于擦除主区块的所有页面。整体擦除步骤如下：

1. 检查 OPCR 寄存器，确定没有正在运行的 Flash 记忆体操作 (OPM[3:0]=0xE 或 0x6)，否则需等到先前的操作完成才可继续进行。
2. 写入整体擦除命令到 OCMR 寄存器 (CMD[3:0]=0xA)。
3. 通过设定 OPCR 寄存器 (设定 OPM[3:0]=0xA) 来提交整体擦除命令到 FMC。
4. 通过检查 OPCR 寄存器的值 (OPM[3:0]=0xE)，直到所有操作都已完成。
5. 如有需要，读取并查验 Flash 内存的值 (通过访问 Cortex-M0+/M3 内核的总线)。

当执行完成整体擦除操作时，主区块将被擦除为 0xFFFF_FFFF。整体擦除命令用于 SRAM 中运行的程序或调试工具。

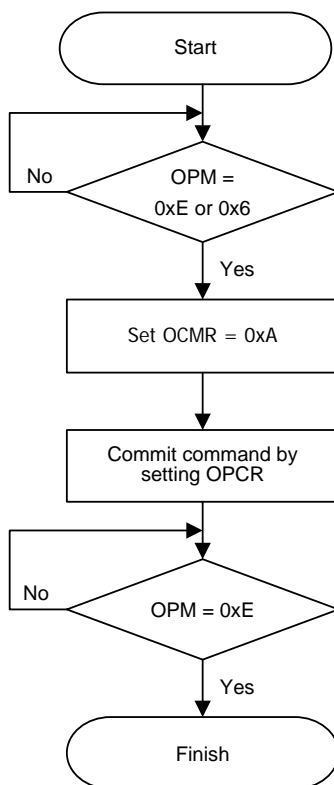


图 3 Flash 整体擦除操作流程

选项字节块

选项字节块可作为独立的 Flash 内存，起始地址为 0x1FF0_0000。选项字节由 6 个字组成，用于 Flash 非法读取/写保护。

系统复位后，会加载选项字节内容到 FMC 寄存器中。若选项字节校验和结果不正确，OISR 寄存器中的校验和结果错误位 (OBEF) 将被设置为 1，且所有非法读取及写保护的写保护将被开启。

表 4 选项字节结构

| 选项字节 | 偏移量 | 描述 | 复位值 |
|-----------------------|----------------------------------|---|--|
| 选项字节起始地址= 0x1FF0_0000 | | | |
| OB_PP | 0x000 0x004 0x008 0x00C | OB_PP [n]: Flash 内存页擦除/烧录保护位 (n = 0 ~ 30, 即 page 0 ~ page 30) 0: 使能 1: 除能 OB_PP [127:31]: 保留位 | 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF 0xFFFF_FFFF |
| OB_CP | 0x010 | OB_CP [0]: Flash 安全保护位 0: 使能 1: 除能 OB_CP [1]: 选项字节保护位 0: 使能 1: 除能 OB_CP [31:2]: 保留位 | 0xFFFF_FFFF |
| OB_CK | 0x020 | OB_CK [31:0]: Flash 选项字节校验和位 当 OB_PP 或 OB_CP 寄存器的内容不为 0xFFFF_FFFF 时，OB_CK 应设定为 5 个字符选项字节内容之和，其偏移地址范围为 0x000 ~ 0x010 (0x000 + 0x004 + 0x008 + 0x00C + 0x010)。 | 0xFFFF_FFFF |

Flash 保护

Flash 内存的主区块可受保护以避免不被信任的代码非法访问。主区块的页面也可独立受到保护，以避免非预期的写操作。

• 安全保护

此功能可有效避免非法用户的访问。可通过设定选项字节 OB_CP[0]位,使安全保护有效。一旦安全保护使能, Page 0 和选项字节块将自动写保护。在进入调试模式后, Flash 总线访问、烧录和页擦除操作无法执行。执行整体擦除操作以解除安全保护。

– 使能安全保护的步骤如下:

1. 设定 OB_CP [0]为 0。
2. 设定 OB_CK 为 5 个字选项字节的和, 选项字节的地址为 0x0~0x13。
3. 生成系统复位, 使新的 OB_CP 设定有效。

– 除能安全保护的步骤如下:

1. 执行整体擦除, 此步骤时安全保护功能仍然使能。
2. 产生 POR 复位 (上电复位), 使新的 OB_CP 设定有效。

• 写保护

通过设定 OB_PP, 主区块的每个页可单独使能写保护。如果保护页面执行页擦除或烧录操作, 将置位 OISR 寄存器中的 PPEF 位。若 OIER 寄存器中的 OREIEN 位被设置, Flash 操作错误中断将由 FMC 触发。

若选项字节块执行了页擦除操作, 所有写保护将除能。通过设定 OB_CP [1]为 0, 可使选项字节区的写保护有效。若选项字节块已受保护, 除能写保护的唯一方式就是执行整体擦除操作。

– 使能写保护的步骤如下:

1. 设定 OB_PP [m:n]为 0, 使能相应页面的保护功能。
如果需要, 设定 OB_CP [1]为 0, 使能选项字节块的保护功能。
2. 设定 OB_CK 为 5 个字的选项字节之和, 字节选项地址为 0x0~0x13。
3. 生成系统复位, 使新的 OB_PP/OB_CP 设定有效。

– 除能主区块页的写保护步骤如下:

1. 擦除选项字节块 (选项字节块没有开启写保护的情况下)。
2. 生成系统复位, 使新的 OB_PP 设定有效。

– 除能选项字节块的写保护步骤如下:

1. 执行整体擦除。
2. 生成系统复位, 使新的 OB_CP 设定有效。

寄存器描述

FMC 寄存器和复位值如下表所示。

表 5 FMC 寄存器

| 寄存器 | 偏移量 | 描述 | 复位值 |
|------------------------|-------|---------------------|-------------|
| FMC 起始地址 = 0x4008_0000 | | | |
| TADR | 0x000 | Flash 目标地址寄存器 | 0x0000_0000 |
| WRDR | 0x004 | Flash 烧录数据寄存器 | 0x0000_0000 |
| OCMR | 0x00C | Flash 操作命令寄存器 | 0x0000_0000 |
| OPCR | 0x010 | Flash 操作控制寄存器 | 0x0000_000C |
| OIER | 0x014 | Flash 操作中断使能寄存器 | 0x0000_0000 |
| OISR | 0x018 | Flash 操作中断状态寄存器 | 0x0001_0000 |
| PPSR | 0x020 | Flash 页擦除/烧录保护状态寄存器 | 0xFFFF_FFFF |
| | 0x024 | | 0xFFFF_FFFF |
| | 0x028 | | 0xFFFF_FFFF |
| | 0x02C | | 0xFFFF_FFFF |
| CPSR | 0x030 | Flash 安全保护状态寄存器 | 0xFFFF_FFFF |
| VMCR | 0x100 | Flash 向量映射控制寄存器 | 0x0000_000X |

"X" 代表各种复位值，依据单片机的型号而定，包括 Flash 值、选项字节值或上电复位设定。

Flash 目标地址寄存器 - TADR

此寄存器用于指定页擦除和字节烧录操作的目标地址。

| | | | | | | | | |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 偏移量: | 0x000 | | | | | | | |
| 复位值: | 0x0000_0000 | | | | | | | |
| | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 |
| | TADB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |
| | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| | TADB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |
| | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| | TADB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | TADB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |

| 位 | 字段 | 描述 |
|--------|------|--|
| [31:0] | TADB | Flash 目标地址位 在烧录操作时，TADR 寄存器指定写入数据的地址。由于烧录长度为 32 位，TADR 应设定为字对齐 (4 字节)。烧录操作过程中将忽略 TADB [1:0]。 在页擦除操作时，TADR 寄存器中包含的页地址将被擦除。由于页大小为 1KB 或 512 Bytes，TADB 部分内容将被忽略，以限制目标地址为 1K/512 字节对齐。 此区用于指定 Flash 内存的地址，范围须在 0x0000_0000 ~ 0x1FFF_FFFF 内。否则，若相应中断使能位置位，将产生无效的目标地址中断。 |

Flash 写数据寄存器 - WRDR

此寄存器用于记忆烧录操作写入 TADR 寄存器中的数据。

| | | | | | | | | |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 偏移量: | 0x004 | | | | | | | |
| 复位值: | 0x0000_0000 | | | | | | | |
| | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 |
| | WRDB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |
| | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| | WRDB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |
| | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| | WRDB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | WRDB | | | | | | | |
| 类型/复位 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |

| 位 | 字段 | 描述 |
|--------|------|-------------------------|
| [31:0] | WRDB | Flash 写数据位 烧录操作的数据值。 |

Flash 操作命令寄存器 - OCMR

此寄存器用于字烧录、页擦除和整体擦除的 Flash 操作命令。

| | | | | | | | | |
|-------|-------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 偏移量: | 0x00C | | | | | | | |
| 复位值: | 0x0000_0000 | | | | | | | |
| | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 |
| | 保留位 | | | | | | | |
| 类型/复位 | | | | | | | | |
| | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| | 保留位 | | | | | | | |
| 类型/复位 | | | | | | | | |
| | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| | 保留位 | | | | | | | |
| 类型/复位 | | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | 保留位 | | | | CMD | | | |
| 类型/复位 | | | | | RW0 | RW0 | RW0 | RW0 |

| 位 | 字段 | 描述 |
|-------|-----|---|
| [3:0] | CMD | Flash 操作命令 下表显示决定 Flash 操作命令位 CMD[3:0] 的定义。若无效的命令被设定且 IOCMEN 位为 1，将产生一个无效操作命令中断。 |

| CMD [3:0] | 描述 |
|-----------|---------|
| 0x0 | 空闲 - 默认 |
| 0x4 | 字烧录 |
| 0x8 | 页擦除 |
| 0xA | 整体擦除 |
| 其他 | 保留 |

Flash 操作控制寄存器 - OPCR

此寄存器用于控制命令操作和检查 FMC 操作的状态。

| | |
|-------|-------------------------|
| 偏移量: | 0x010 |
| 复位值: | 0x0000_000C |
| 类型/复位 | 31 30 29 28 27 26 25 24 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | 23 22 21 20 19 18 17 16 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | 15 14 13 12 11 10 9 8 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | 7 6 5 4 3 2 1 0 |
| | 保留位 OPM 保留位 |
| | RW 0 RW 1 RW 1 RW 0 |

| 位 | 字段 | 描述 |
|---|----|----|
|---|----|----|

[4:1] OPM 操作模式

FMC 的操作模式如下表所示。根据 TADR 寄存器设定的地址，用户可提交 OCMR 寄存器设定的命令。设定该寄存器前，需准备好 TADR、WRDR 和 OCMR 寄存器的内容。所有操作已完成，OPM 字段将由 FMC 硬件配置为 0xE 或 0xF。所有操作完成后，可设定为空闲模式以节省功耗。注意，FMC 的下个操作执行前，应检查操作的状态。前一个操作完成前，TADR、WRDR、OCMR 和 OPCR 寄存器的内容应保持不变。

| OPM [3:0] | 描述 |
|-----------|-------------------|
| 0x6 | 空闲 - 默认 |
| 0xA | 提交命令到主 Flash |
| 0xE | 所有的操作在主 Flash 上完成 |
| 其他 | 保留 |

Flash 操作中断使能寄存器 - OIER

该寄存器用于使能或除能 FMC 中断功能。当相应的中断使能位置位时，FMC 产生中断。

| | |
|-------|--|
| 偏移量: | 0x014 |
| 复位值: | 0x0000_0000 |
| | 31 30 29 28 27 26 25 24 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | |
| | 23 22 21 20 19 18 17 16 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | |
| | 15 14 13 12 11 10 9 8 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | |
| | 7 6 5 4 3 2 1 0 |
| | 保留位 OREIEN IOCMIEN OBEIEN ITADIEN ORFIEN |
| 类型/复位 | RW 0 RW 0 RW 0 RW 0 RW 0 |

| 位 | 字段 | 描述 |
|-----|---------|----------------------------------|
| [4] | OREIEN | 操作错误中断使能位 0: 除能 1: 使能 |
| [3] | IOCMIEN | 无效操作命令中断使能位 0: 除能 1: 使能 |
| [2] | OBEIEN | 选项字节校验和错误中断使能位 0: 除能 1: 使能 |
| [1] | ITADIEN | 无效目标地址中断使能位 0: 除能 1: 使能 |
| [0] | ORFIEN | 操作完成中断使能位 0: 除能 1: 使能 |

Flash 操作中断和状态寄存器 - OISR

如果一个 Flash 操作完成, 该寄存器指示 FMC 中断状态的报告, 否则就会发生错误。当 OIER 寄存器中的相应中断使能位置位时, 状态位有效。

| | |
|-------|--------------------------------|
| 偏移量: | 0x018 |
| 复位值: | 0x0001_0000 |
| | 31 30 29 28 27 26 25 24 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | |
| | 23 22 21 20 19 18 17 16 |
| | 保留位 PPEF RORFF |
| 类型/复位 | RO0 RO1 |
| | 15 14 13 12 11 10 9 8 |
| | 保留位 |
| 类型/复位 | |
| | 7 6 5 4 3 2 1 0 |
| | 保留位 OREF IOCMF OBEF ITADF ORFF |
| 类型/复位 | WC0 WC0 WC0 WC0 WC0 |

| 位 | 字段 | 描述 |
|------|-------|--|
| [17] | PPEF | 页擦除/烧录保护错误标志位 0: 页擦除/烧录保护错误未发生 1: 由于一个无效的页擦除/烧录操作被应用到受保护的页面, 操作错误发生一旦新 Flash 操作命令被提交, 此位由硬件复位。 |
| [16] | RORFF | 原操作完成标志位 0: 最近的 Flash 操作命令还未完成 1: 最近的 Flash 操作已完成 RORFF 位直接连接到 Flash 内存, 用于调试。 |
| [4] | OREF | 操作错误标志位 0: 无 Flash 操作错误发生 1: 最近的 Flash 操作错误 当任何 Flash 操作错误 (如无效命令、烧录错误和擦除错误) 发生时, 该位被置位。 若 OIER 寄存器中的 OREIEN 位被置位, ORE 中断发生。写入 1 复位此位。 |
| [3] | IOCMF | 无效操作命令标志位 0: 无效 Flash 操作命令已被设定 1: 无效 Flash 操作命令已被写入 OCMR 寄存器 若 OIER 寄存器中的 IOCMIEN 位被置位, IOCM 中断发生。写入 1 复位此位。 |
| [2] | OBEF | 选项字节校验和错误标志位 0: 选项字节校验和正确 1: 选项字节校验和错误 若 OIER 寄存器中的 OBEIEN 位被置位, OBE 中断发生。写入 1 复位此位。 |
| [1] | ITADF | 无效目标地址标志位 0: 目标地址 TADR 有效 1: 目标地址 TADR 无效 TADR 字段的数据范围为 0x0000_0000 ~ 0x1FFF_FFFF。若 OIER 寄存器中的 ITADIEN 位置位, ITAD 中断发生。写入 1 复位此位。 |
| [0] | ORFF | Flash 操作完成标志位 0: Flash 操作未完成 1: 最近的 Flash 命令操作已完成 若 OIER 寄存器中的 ORFIEN 位置位, ORF 中断发生。写入 1 复位此位。 |

Flash 页擦除/烧录保护状态寄存器 - PPSR

该寄存器指示 Flash 内存的页保护状态。

偏移量: 0x020(0) ~ 0x02C(3)

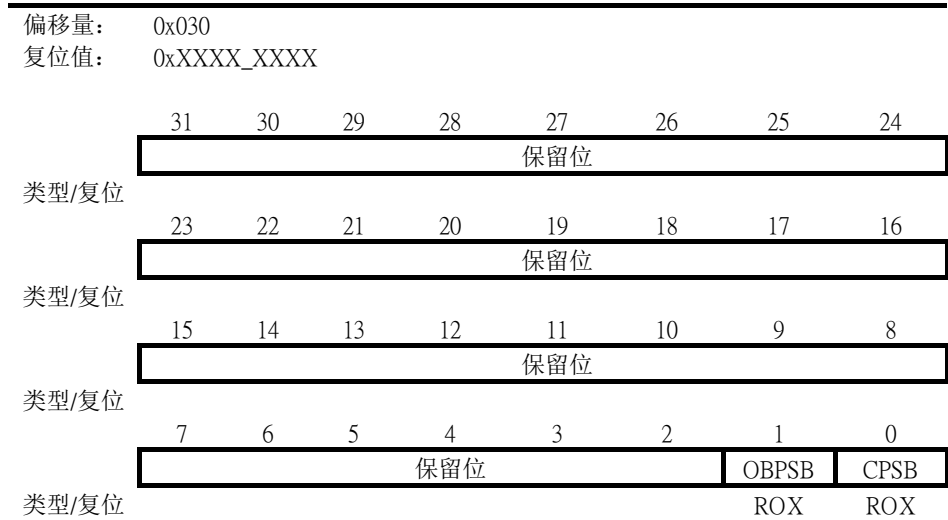
复位值: 0xFFFF_FFFF

| | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 |
|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | PPSBn | | | | | | | |
| 类型/复位 | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX |
| | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| | PPSBn | | | | | | | |
| 类型/复位 | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX |
| | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |
| | PPSBn | | | | | | | |
| 类型/复位 | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | PPSBn | | | | | | | |
| 类型/复位 | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX | ROX |

| 位 | 字段 | 描述 |
|---------|-------|--|
| [127:0] | PPSBn | <p>Page n 擦除/烧录保护状态位 (n = 0 ~ 127)</p> <p>PPSB[n] = OB_PP[n]</p> <p>0: 相应 Page n 受保护</p> <p>1: 相应 Page n 未受保护</p> <p>该寄存器的内容不是动态更新的, 只能通过选项字节加载器重载。任何一种复位发生时, 该加载器将被启动。当 PPSR 寄存器中的相应位复位时, 特殊页不能执行擦除或烧录操作。PPSR [127:0] 的复位值由选项字节 OB_PP [127:0] 决定。HT32 系列不同单片机的 Flash 内存的总页数是不同的。因此, 仅 OB_PP [n:0] 和 PPSR [n:0] 是有效的 (n = 芯片 Flash 页数 - 1)。OB_PP 和 PPSR 寄存器的其他位是保留位。</p> |

Flash 安全保护状态寄存器 - CPSR

该寄存器指示 Flash 内存的安全保护状态。该寄存器的内容不是动态更新的，只能通过选项字节加载器重载。任何一种复位发生时，该加载器将被启动。

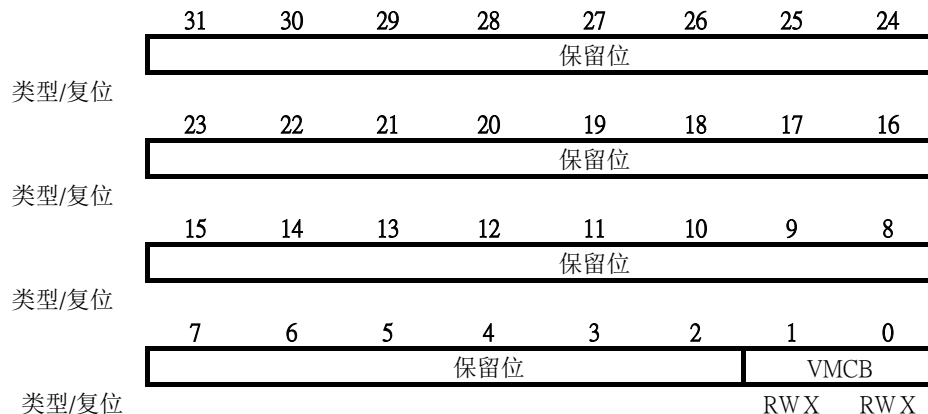


| 位 | 字段 | 描述 |
|-----|-------|--|
| [1] | OBPSB | 选项字节页擦除/烧录保护状态位 0: 选项字节受保护 1: 选项字节未受保护 OBPSB 位的复位值由选项字节的 OB_CP [1] 位决定。 |
| [0] | CPSB | Flash 内存安全保护状态位 0: Flash 内存安全保护使能 1: Flash 内存安全保护除能 CPSB 位的复位值由选项字节的 OB_CP [0] 位决定。 |

Flash 向量映射控制寄存器 - VMCR

该寄存器用来控制向量映射。VMCR 寄存器的复位值由上电复位期间外部启动引脚 BOOT0 和 BOOT1 的状态决定。

偏移量: 0x100
复位值: 0x0000_000X



| 位 | 字段 | 描述 |
|---|----|----|
|---|----|----|

[1:0] VMCB 向量映射控制位
该 VMCB 位用于控制向量地址为 0x0~0xC 的前 4 个字的映射源。下表显示了向量映射设定。

| BOOT1 | BOOT0 | VMCB [1:0] | 描述 |
|-------|-------|------------|---------------------------------|
| Low | Low | 00 | 启动加载器模式 向量映射源为启动加载器区 |
| Low | High | 01 | SRAM 启动模式 向量映射源为 SBVT0~SBVT3 |
| High | Low | 10 | 主 Flash 模式 |
| High | High | 11 | 向量映射源为主 Flash 内存区 |

VMCR 寄存器的复位值由上电复位和系统复位期间外部启动引脚 BOOT0 和 BOOT1 的状态决定。然而，当应用程序执行时，尤其是在 CPU 从启动加载器或 SRAM 区启动时，利用配置 VMCB 位去正确访问 Flash 内存中的 4-Word 向量的方式可暂时改变向量映射的设定。

请留意 HT32 Cortex-M0+ 系列只有 BOOT1 功能，不具备 SRAM 映射模式。

版本及修改信息

| Date 日期 | Author 作者 | Issue 发行、修订说明 |
|------------|-----------|---------------|
| 2017.10.25 | 吴旭宏 | 第一版 |

免责声明

本网页所载的所有数据、商标、图片、链接及其他数据等 (以下简称「数据」), 只供参考之用, 盛群半导体股份有限公司 (以下简称「本公司」) 将会随时更改数据, 并由本公司决定而不作另行通知。虽然本公司已尽力确保本网页的数据准确性, 但本公司并不保证该等数据均为准确无误。本公司不会对任何错误或遗漏承担责任。

本公司不会对任何人士使用本网页而引致任何损害 (包括但不限于计算机病毒、系统故障、数据损失) 承担任何赔偿。本网页可能会连结至其他机构所提供的网页, 但这些网页并不是由本公司所控制。本公司不对这些网页所显示的内容作出任何保证或承担任何责任。

责任限制

在任何情况下, 本公司并不须就任何人由于直接或间接进入或使用本网站, 并就此内容上或任何产品、信息或服务, 而招致的任何损失或损害负任何责任。

管辖法律

本免责声明受中华民国法律约束, 并接受中华民国法院的管辖。

免责声明更新

本公司保留随时更新本免责声明的权利, 任何更改于本网站发布时, 立即生效。